

English Translation of Abstract of  
German Publication No. DE 195 02 006 A1

In the optical component (esp. for an IR emitter) having a housing (7) with an opening (9) closed by an optical window (10), in which a metallic solder joint (11) is provided between the edge (8) of the opening and the window, the novelty is that the window (10) seats on the edge (8) of the opening (9) and the solder joint (11) adjoins a flat side (13) of the window extending parallel to the opening (9).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 195 02 006 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 02 B 7/00  
G 02 B 6/00  
C 03 C 27/04

②① Aktenzeichen: 195 02 006.5  
②② Anmeldetag: 24. 1. 95  
②③ Offenlegungstag: 1. 8. 96

DE 195 02 006 A 1

⑦① Anmelder:  
Heraeus Noblelight GmbH, 63801 Kleinostheim, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Staudt, A., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Ass., 63674  
Altenstadt

⑦② Erfinder:  
Leonhardt, Jens, 06766 Wolfen, DE; Gatzmanga,  
Heinz, Prof. Dr., 06366 Köthen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 37 40 416 A1  
DE 27 05 568 A1  
DE 94 12 590 U1  
Glas-Email-Keramo-Technik, Mai 1968, S. 162-167;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler

⑤⑦ Bekannt sind optische Bauteile, mit einem Gehäuse, das eine mittels einem optischen Fenster verschlossene Öffnung für in das Gehäuse einfallende oder aus dem Gehäuse austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand der Öffnung und dem Fenster eine umlaufende, metallische Lotverbindung vorgesehen ist. Um hiervon ausgehend ein optisches Bauteil anzugeben, bei dem auch bei Temperaturschwankungen eine vakuumdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse und dem optischen Fenster gewährleistet ist und das die Verwendung von Fenstermaterialien unabhängig von deren mechanischer Stabilität erlaubt, wird vorgeschlagen, daß das Fenster auf dem Rand der Öffnung aufliegt und daß die Lotverbindung an einer parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite des Fensters angreift.

DE 195 02 006 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 96 602 031/50

6/27

Die Erfindung betrifft ein optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler, mit einem Gehäuse, das eine mittels einem optischen Fenster verschlossene Öffnung für in das Gehäuse einfallende oder aus dem Gehäuse austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand der Öffnung und dem Fenster eine umlaufende, metallische Lotverbindung vorgesehen ist.

Ein gattungsgemäßes optisches Bauteil ist aus der DE-A1 37 40 416 bekannt. Die darin beschriebene Endoskopoptik weist ein rohrförmiges, metallisches Gehäuse auf, in dem die zur Bildführung dienenden Linsen angeordnet sind. Um die Verschmutzung der Linsen zu verhindern, muß das Rohr gasdicht abgeschlossen sein. Hierfür ist am distalen Ende des Rohres ein optisches Fenster aus Saphir vorgesehen, das an seinem umlaufenden Rand mit Metallot innerhalb des rohrförmigen Gehäuses eingelötet ist. Als Lotmetall werden Kupfer, Kupfer-Nickel-Legierungen oder Gold vorgeschlagen.

Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten für die Materialien für das Gehäuse, das Lot und für das optische Fenster werden bei Temperaturänderungen, beispielsweise bei der Herstellung der Lotverbindung, in der Endoskopoptik mechanische Spannungen induziert. Diese können zu Undichtigkeiten der Lotverbindung sowie zu Veränderungen der optischen Eigenschaften des Fensters oder zu dessen Bruch führen. Bei der bekannten Endoskopoptik wird daher das Fenster aus einem mechanisch stabilen Werkstoff, vorzugsweise aus einkristallinem synthetischem Saphir gebildet.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Bauteil anzugeben, bei dem auch bei Temperaturschwankungen eine vakuumdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse und dem optischen Fenster gewährleistet ist und das die Verwendung von Fenstermaterialien unabhängig von deren mechanischer Stabilität erlaubt.

Die Aufgabe wird ausgehend von dem eingangs genannten optischen Bauteil erfindungsgemäß dadurch gelöst, das Fenster auf dem Rand der Öffnung aufliegt und daß die Lotverbindung an einer parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite des Fensters angreift. Das optische Fenster besteht aus einem für die Lichtstrahlen durchlässigen Material, beispielsweise aus Glas oder aus kristallinem Werkstoff. Es kann in Form einer flachen Scheibe oder auch als optische Linse ausgebildet sein. Bei einem scheiben- oder linsenförmigen Fenster verlaufen die Oberseite und die Unterseite im wesentlichen parallel zur Öffnung. An diesen Flachseiten greift die Lotverbindung an. Bei kreisförmigen Fenstern ist die Lotverbindung beispielsweise als am peripheren Bereich des Fensters verlaufender, geschlossener Kreisring ausgebildet. Das optische Fenster liegt auf dem Rand der Öffnung auf. Dabei verschließt es die Öffnung entweder von außerhalb oder von innerhalb des Gehäuses. Die an der parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite angreifende Lotverbindung gewährleistet eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters in Richtung parallel zum Öffnungsquerschnitt; bei kreisförmigen Fenstern beispielsweise in radialer Richtung. Die so angreifende Lotverbindung resultiert in einer gleitenden, schwimmenden Befestigung des Fensters am Gehäuse und vermindert so die aufgrund der Verbindung von Fenster und Gehäuse zwangsläufig induzierten mechanischen Spannungen. Die vorhandenen Restspannungen werden in erster Linie von der Lotverbindung aufge-

nommen, so daß die optischen Eigenschaften des Fenstermaterials weitgehend unbeeinflusst bleiben und die Verwendung auch spröder Fenstermaterialien ermöglicht wird. Außerdem hält die relativ gering belastete Lotverbindung zusätzlichen angreifenden Kräften, wie sie beispielsweise beim Evakuieren des Gehäuses oder bei einer Erwärmung auftreten können, leichter stand.

Das erfindungsgemäße optische Bauteil ist unabhängig von der Wellenlänge der jeweiligen Lichtstrahlen beispielsweise zur Verwendung bei Strahlern, bei optischen Sensoren, bei Reflektoren oder bei Lichtleitern geeignet.

Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, eine Lotverbindung vorzusehen, die eine Haftvermittlungsschicht und eine Lotschicht umfaßt, wobei die Haftvermittlungsschicht an der Flachseite des Fensters angreift und darauf die Lotschicht angeordnet ist. Die Haftvermittlungsschicht sorgt für eine gute Haftung des Lotes auf dem Fenstermaterial und trägt damit zur Vakuumdichtigkeit der Lotverbindung bei. Die Haftvermittlungsschicht kann sehr dünn sein.

Vorteilhafterweise liegt ihre Dicke im Bereich zwischen 200 und 250 nm. In der Verbindung entstehende Scherspannungen werden überwiegend von der Lotschicht aufgenommen.

Besonders bewährt hat sich eine Lotschicht, die eine an die Haftvermittlungsschicht angrenzende lötbare metallische Dünnschicht umfaßt. Die Dünnschicht hat vorteilhafterweise eine Dicke im Bereich von 150 bis 300 nm. Es hat sich gezeigt, daß gesputterte Dünnschichten gegenüber thermisch aufgedampften Dünnschichten bessere Hafteigenschaften aufweisen. Vorteilhafterweise ist auch die Haftvermittlungsschicht eine Sputterschicht. Durch Verwendung geeigneter Masken beim Aufputtern der Schichtmaterialien kann die lichtdurchlässige Fläche des Fenster auf einfache Weise eingestellt werden.

Es wird eine Ausführungsform des optischen Bauteils bevorzugt, bei der die Lotschicht eine am Gehäuse angreifende Weichlotschicht umfaßt. Die Weichlotschicht, beispielsweise aus einem Zinnlot, nimmt Scherspannungen besonders wirkungsvoll auf. Sie kann beispielsweise unmittelbar an die Dünnschicht angrenzen. Vorteilhafterweise enthält die Dünnschicht daher einen Bestandteil, der mit der Weichlotschicht gut verbindbar ist. Als besonders geeignet hat sich beispielsweise eine zinnhaltige Dünnschicht erwiesen, wenn die an sie angrenzende Weichlotschicht aus einem Zinnlot besteht.

Bei einer Ausführungsform der optischen Bauteile, bei der sich das Fenster vollkommen außerhalb des Gehäuses befindet, ist gewährleistet, daß bei unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen von Fenster und Gehäuse in radialer Richtung keine Druckkräfte oder Zugkräfte von der Gehäuseinnenwand unmittelbar auf das Fenster übertragen werden können. Bei einer Ausführungsform, bei der das Fenster innerhalb des Gehäuses angeordnet ist, ist sicherzustellen, daß die das Fenster radial umgebenden Gehäuseteile nicht an dem Fenster anliegen.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen optischen Bauteils sind in der Patentzeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. In der Zeichnung zeigen im einzelnen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Lotverbindung zwischen dem Gehäuse und einem optischen Fenster nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils, mit einem außerhalb des Ge-

häuses angeordneten optischen Fenster,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils, mit einem außerhalb des Gehäuses angeordneten optischen Fenster,

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 3 markierten Bereichs und

Fig. 5 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils mit einem innerhalb des Gehäuses angeordneten optischen Fenster.

Bei dem optischen Bauteil 1 nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 1 ist ein Saphirfenster 2 in Form einer kreisförmigen, flachen Scheibe mit der Innenfläche eines Lichtführungsrohres 3 verlötet. Hierzu ist zwischen dem äußeren umlaufenden Rand des Saphirfensters 2 und der Innenseite des Lichtführungsrohres 3 ein Metallot 4 vorgesehen. Das Saphirfenster 2 befindet sich vollständig innerhalb des Lichtführungsrohres 3. Treten bei Temperaturwechseln Unterschiede in der thermischen Ausdehnung zwischen dem Führungsrohr 3 und dem Saphirfenster 2 in radialer Richtung auf, dann werden durch die gezeigte "verspannte Befestigung" innerhalb des Saphirfensters 2 mechanische Spannungen induziert. Das Saphirfenster 2 kann den dabei auftretenden radialen Zug- oder Druckkräften, deren Richtung durch die Richtungszeile 5 bezeichnet wird, nicht ausweichen. Es wird daher verformt und dadurch in seinen optischen oder mechanischen Eigenschaften verändert.

Bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils gemäß Fig. 2 handelt es sich um einen Ausschnitt durch einen Infrarotstrahler 6, der für Analysezwecke eingesetzt wird. Dieser weist ein im wesentlichen rohrförmiges Messing-Strahlergehäuse 7 auf, dessen freies Ende unter Bildung eines nach innen ragenden Flansches 8 rechtwinklig umgebogen ist. Die innere Wandung des Flansches 8 bildet den Rand der Austrittsöffnung 9 für die von der IR-Lichtquelle (in Fig. 2 nicht dargestellt) ausgehende Strahlung. Der Innendurchmesser des Flansches 8 definiert somit den Durchmesser der Austrittsöffnung 9. Die Austrittsöffnung 9 ist von einem optischen Fenster 10 gasdicht verschlossen, das mit seiner Unterseite 13 auf der Oberseite 12 des Flansches 8 aufliegt. Das Fenster 10 ist vollkommen außerhalb des Strahlergehäuses 7 angeordnet. Es besteht aus einer flachen, kreisförmigen Scheibe aus Kalziumfluorid ( $\text{CaF}_2$ ), das eine hohe Transmission im infraroten Bereich aufweist. Zur Verbindung des  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 mit dem Flansch 8 ist eine Lotverbindung 11 vorgesehen. Die Lotverbindung 11 greift an der nach außen weisenden Oberfläche 12 des Flansches 8 sowie an der, der Austrittsöffnung 9 zugewandten und parallel zu dieser verlaufenden Unterseite 13 des  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 an. Dabei überdeckt die umlaufende Lotverbindung 11 den peripheren Bereich des kreisförmigen  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 unter Belassen einer kreisförmigen Öffnung in der Größe der Austrittsöffnung 9.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausschnitt des Infrarotstrahlers 6 befindet sich das  $\text{CaF}_2$ -Fenster 10 vollkommen außerhalb des Strahlergehäuses 7. Bei Unterschieden in der radialen Ausdehnung zwischen dem Strahlergehäuse 7 und dem  $\text{CaF}_2$ -Fenster 10 gewährleistet die "gleitende Befestigung" eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters 10 in radialer Richtung. Auftretende Scherkräfte, etwa entlang der Richtungszeile 14, werden dabei überwiegend von der Lotverbindung 11 aufgenommen.

Die Lotverbindung 11 ist aus einer an die Unterseite 13 des Fensters 10 angrenzenden Haftvermittlungsschicht 15, aus einer an die Haftvermittlungsschicht 15

angrenzenden, aufgesputterten, lötbaren Dünnschicht 16 und aus einer zwischen der Dünnschicht 16 und der nach außen weisenden Oberfläche 12 des Strahlergehäuses 7 angeordneten Weichlotschicht 17 aufgebaut.

Die Haftvermittlungsschicht 15 weist eine Dicke von ca. 220 nm auf. Sie besteht aus Nickel. Die lötbare Dünnschicht 16 mit einer Dicke von etwa 200 nm besteht aus Zinn, während die Weichlotschicht 17 aus einem Zinnlot gebildet ist. Die Lotverbindung 11 ist durch Erwärmen leicht zu lösen und ermöglicht so einen zerstörungsfreien Austausch des Fensters 10.

Die in den Fig. 3 bis 5 verwendeten Bezugszeichen betreffen gleiche oder äquivalente Bauteile oder Bestandteile des optischen Bauteils 6 wie sie anhand der Ausführungsform in Fig. 2 für identischen Bezugszeichen erläutert sind. Bei dem optischen Bauteil 6 gemäß Fig. 3 besteht das evakuierte Strahlergehäuse 7 aus einem Messingteil mit einer Bohrung 20. Die Bohrung 20 ist mittels eines scheibenförmigen optischen Fensters 10 verschlossen. Zur Herstellung einer vakuumdichten Verbindung zwischen dem Strahlergehäuse 7 und dem optischen Fenster 10 ist eine Lotverbindung 11 vorgesehen. Diese besteht aus einer an der Unterseite 13 des Fensters 10 angreifenden, ringförmigen Haftvermittlungsschicht 15, einer darauf aufgesputterten lötbaren Dünnschicht 16 aus Zinn und aus einer zwischen der Dünnschicht 16 und dem Strahlergehäuse 7 angeordneten Weichlotschicht 17. Das Fenster 10 befindet sich vollständig außerhalb des Strahlergehäuses 7.

Zur Herstellung der Lotverbindung 11 ist auf das kreisförmige optische Fenster 10 im peripheren Bereich seiner der Bohrung 20 zugewandten Unterseite 13 die Haftvermittlungsschicht 15 und darauf die Dünnschicht 16 aufgesputtert. Diese Sputterschichten 15; 16 definieren die Licht-Austrittsöffnung 9 des Infrarotstrahlers 6. Durch die Verwendung von Masken bei der Herstellung der jeweiligen Sputterschichten 15; 16 kann die Form und Größe der Austrittsöffnung 9 einfach eingestellt werden. Das mit der Haftvermittlungsschicht 15 und der lötbaren Dünnschicht 16 beschichtete Fenster 10 wird auf dem vorher verzinnten metallischen Strahlergehäuse 7 positioniert und zusammen mit diesem in einem Ofen erwärmt. Durch das Aufschmelzen der Zinnschicht 17 auf dem Strahlergehäuse 7 wird die lötbare Dünnschicht 16 benetzt und dabei verlötet.

Dadurch, daß bei der Herstellung der Lotverbindung 11 sowohl das optische Fenster 10 als auch das metallische Strahlergehäuse 7 gleichermaßen erwärmt werden, werden in der Lotverbindung 11 und den miteinander verbundenen Komponenten 7; 10 wenig mechanische Spannungen erzeugt. Die Lotverbindung 11 zwischen dem Fenster 10 und dem Gehäuse 7 ist im Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 100°C vakuumdicht und sie gewährleistet gleichbleibende optische Eigenschaften des Fensters 10 und damit gleichbleibende Strahlungsbedingungen.

Aus der in Fig. 4 dargestellten Ausschnittsvergrößerung ist ersichtlich, daß das Fenster 10 teilweise in die Weichlotschicht 17 eingebettet ist. Dies bewirkt jedoch keine wesentliche Einschränkung der radialen Bewegungsfreiheit des Fensters 10, da das Weichlot 17 sowohl einen geringeren Elastizitätsmodul als auch eine höhere Plastizität aufweist als die üblichen Fenster-Materialien. Dadurch gibt das Weichlot in radialer Richtung wirkenden mechanischen Kräften relativ leicht nach oder nimmt die daraus resultierenden Spannungen auf. Dies wird noch dadurch erleichtert, daß die Unterseite des Fensters 10 oberhalb der Oberkante 18 des

Gehäuses 7 angeordnet ist, so daß die den mechanischen Kräften radial ausweichende Weichlotschicht 17 kein Gegenlager hat. Da die Oberseite 19 der Weichlotschicht 17 radial nach außen hin abfällt, nimmt die der radialen Bewegung des Fensters 10 entgegenstehende Weichlotmasse mit abnehmender Tiefe der Einbettung in die Weichlotschicht 17 ab. Um die Festigkeit der Lotverbindung zu verbessern, ist bei dieser Ausführungsform die lötbare Dünnschicht 16 über den umlaufenden Rand des Fensters 10 hochgezogen. In einer dazu alternativen Ausführungsform ist zusätzlich auch die Haftvermittlungsschicht 15 über Rand des Fenster 10 hochgezogen.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um ein optisches Bauteil zur Verwendung in einem gasgefüllten Strahler 6. Das Gehäuse des Strahlers 6 weist ein rohrförmiges Gehäuseteil 7 auf, dessen freies Ende in Form eines nach innen ragenden Flansches 8 rechtwinklig umgebogen ist. Der Innendurchmesser des Flansches 8 definiert den Innendurchmesser der Licht-Eintrittsöffnung 9 des Strahlers 6. Sie ist mittels eines  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 gasdicht verschlossen. Hierzu ist das Fenster 10 innerhalb des Gehäuseteils 7 mit dem Flansch 8 verlötet. Dabei liegt das Fenster 10 mit seiner zur Licht-Austrittsöffnung 9 weisenden Fensteroberseite 21 über eine Lotschicht 11 an der Unterseite 22 des Flansches 8 an. Die Lotschicht 11 verläuft ringförmig am Rand der Fensteroberseite 21, wobei ihr Innendurchmesser demjenigen des Flansches 8 entspricht. Die Lotschicht 11 besteht aus zwei Dünnschichten, nämlich einer Haftvermittlungsschicht 15 und einer Zinnschicht 16, die über einer über eine Maske auf der Fensteroberseite 21 aufgesputtert sind. Die beiden Dünnschichten 15; 16 sind mit einer an die Flanschunterseite 22 angrenzenden Weichlotschicht 17 gasdicht verlötet. Zwischen der Innenwandung 23 der Bohrung 20 und der Ringmantelfläche 24 des Fensters 10 ist ein Spalt 25 von etwa 0,5 mm vorgesehen. Der Spalt 25 gewährleistet eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters 10 in radialer Richtung. Bei einem von innen nach außen auf das Fenster 10 gerichteten Druck wirkt der Flansch 8 als Gegenlager für das Fenster 10. Die Lotverbindung 11 wird dabei unter Druckspannungen gesetzt. Diesen hält die Lotverbindung leichter stand als Zugspannungen.

#### Patentansprüche

1. Optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler, mit einem Gehäuse (7), das eine mittels einem optischen Fenster (10) verschlossene Öffnung (9; 20) für in das Gehäuse (7) einfallende oder aus dem Gehäuse (7) austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand (8) der Öffnung (9; 20) und dem Fenster (10) eine umlaufende, metallische Lotverbindung (11) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Fenster (10) auf dem Rand (8) der Öffnung (9; 20) aufliegt und daß die Lotverbindung (11) an einer parallel zur Öffnung (9; 20) verlaufenden Flachseite (13; 21) des Fensters (10) angreift.
2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotverbindung (11) eine am Fenster (10) angreifende Haftvermittlungsschicht (15) und eine darauf aufgebracht Lotschicht (16; 17) umfaßt.
3. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotschicht eine an die Haftvermittlungsschicht (15) angrenzende lötbare metallische

Dünnschicht (16) umfaßt.

4. Bauteil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftvermittlungsschicht (15) und die Dünnschicht (16) aufgesputterte Schichten sind.

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotschicht eine am Gehäuse angreifende Weichlotschicht (17) umfaßt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

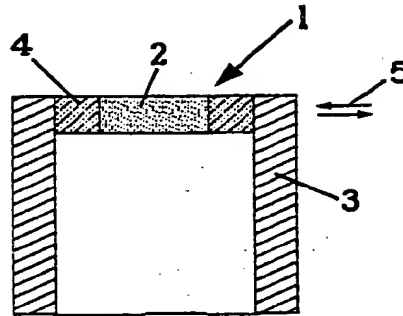


Fig. 1

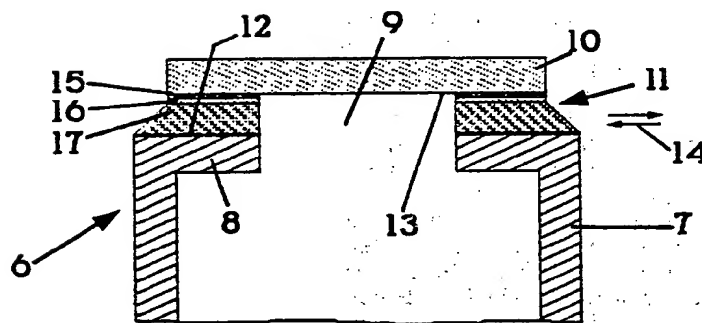


Fig. 2

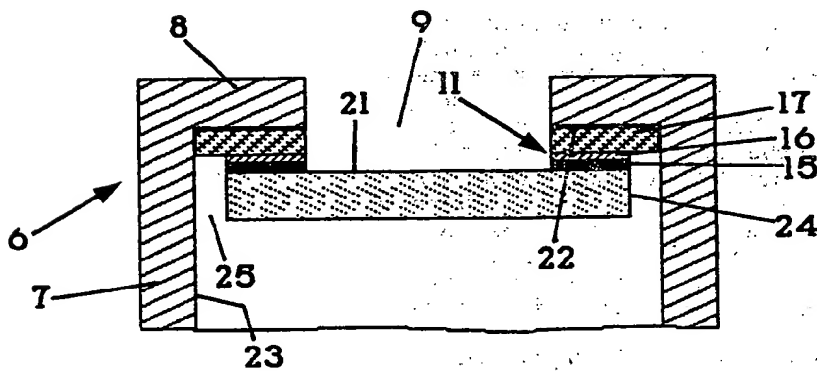


Fig. 5

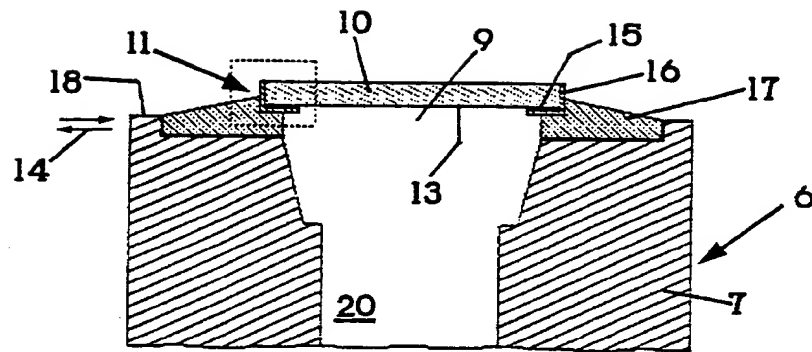


Fig. 3

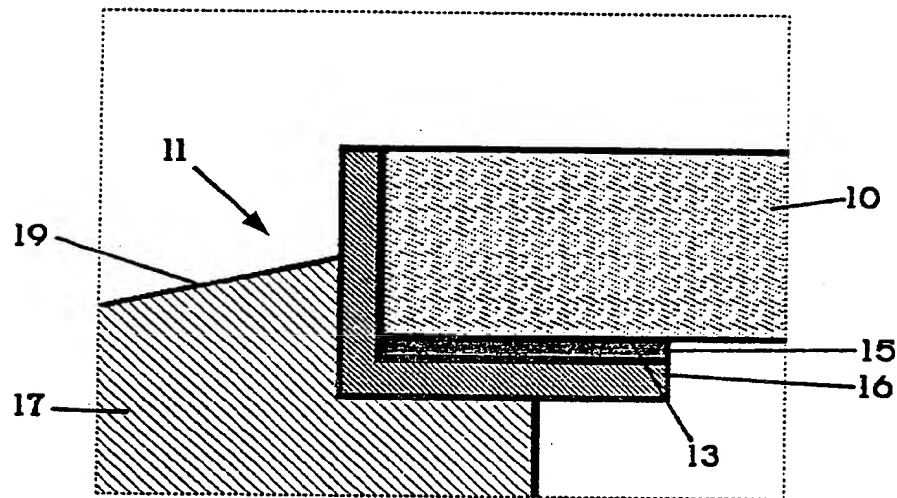


Fig. 4